

09/701104

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP99/3618

## Bescheinigung

Die OTG St. Gallen AG in St. Gallen/Schweiz hat eine Patentanmeldung unter der  
Bezeichnung

"Verbundwerkstoff aus Polymer- oder Keramikmaterialien sowie  
Bauteil aus einem solchen Verbundwerkstoff"

am 27. Mai 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-  
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole  
A 61 L, A 61 B und A 61 F der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 2. Juni 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Seiler

Aktenzeichen: 198 23 737.5

11.05.99

O 1028

PA1083DE

Anmelder: OTG St. Gallen AG  
CH-9004 St. Gallen (Schweiz)

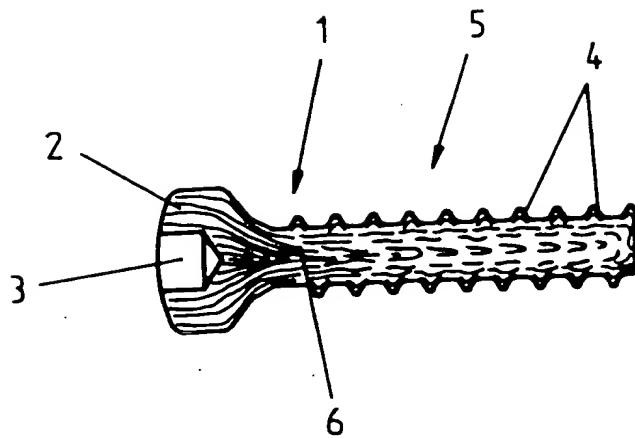
Gegenstand: Verbundwerkstoff aus Polymer- oder Keramikmaterialien  
sowie Bauteil aus einem solchen Verbundwerkstoff

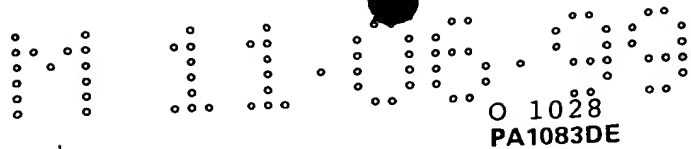
---

**Zusammenfassung:**

Bei einem Bauteil (1) aus einem Verbundwerkstoff in Form einer Schraube ist ein Kopf (2) mit einem Angriff (3) sowie ein Schaft (5) mit einem Gewinde (4) vorgesehen. Der Bauteil besteht aus mit Fasern (6) verstärkten Thermoplasten. In Anpassung an die Form und den Einsatz des Bauteiles (1) sind ein vorherbestimmbarer Verlauf und eine vorherbestimmbare Menge und Ausrichtung von Endlosfasern (6), insbesondere von Fasern (6) aus einem Material hoher Röntgenabsorption vorgesehen. (Fig.1)

M 11.08.99




  
 O 1028
   
 PA1083DE

**Anmelder:** OTG St. Gallen AG  
 CH-9004 St. Gallen (Schweiz)

**Gegenstand:** Verbundwerkstoff aus Polymer- oder Keramikmaterialien  
 sowie Bauteil aus einem solchen Verbundwerkstoff

# **Beschreibung:**

Die Erfindung betrifft einen Verbundwerkstoff aus Polymer- oder Keramikmaterial mit integrierten Verstärkungselementen, z.B. Fasern oder faserartigen Teilen, zur Herstellung von auf Zug, Biegung, Scherung, Druck und/oder Torsion beanspruchten Bauteilen für den Einsatz bei Implantaten, wie Osteosyntheseplatten, Endoprotheseteilen, Verschraubungselementen, bei chirurgischen Instrumenten od.dgl., sowie einen Bauteil aus einem solchen Verbundwerkstoff,

Verbundwerkstoffe der verschiedensten Zusammensetzung erlangen gerade im Bereich der Chirurgie als Implantate ständig eine größere Akzeptanz. Schon bei der Fertigung können vorteilhafte Erkenntnisse einfließen, zumal die Schrumpfung bei der Polymerisation gegenüber reinen Kunststoffen verbessert wird. Auch die mechanischen Festigkeitswerte, wie z.B. die Druckfestigkeit, die Biegesteifigkeit und der Elastizitätsmodul werden verbessert. Zudem kann der thermische Ausdehnungskoeffizient gegenüber dem reinen Kunststoff vermindert werden.

Vielfach wird bei aus solchen Verbundwerkstoffen gefertigten Bauteilen als nachteilig empfunden, daß bei Röntgenuntersuchungen die eingesetzten Implantate, wie eben Osteosyntheseplatten, Knochenschrauben od.dgl. nicht erkannt werden können. Es werden daher vielfach noch gerade aus diesem Grund Implantate aus Metall eingesetzt. Es ist zwar in der Dentaltechnik schon bekannt geworden, einen röntgenopaken Werkstoff einzusetzen, der also ein entsprechendes Zahnfüllmaterial bei Röntgenaufnahmen sichtbar machen soll, doch kann ein solcher Werkstoff nicht für Implantate eingesetzt werden, welche eine entsprechende Festigkeit aufweisen sollen und die einen entsprechend hohen Anteil von die Festigkeit erhöhenden Fasern haben. Wenn dann noch ein röntgenopaker Füllstoff zusätzlich in das Matrixmaterial eingesetzt würde, wäre nicht mehr gewährleistet, daß die eingesetzten Fasern noch richtig eingebettet sind. Eine wesentliche Verminderung der Festigkeit eines solchen Bauteiles wäre die Folge. Es ist in einem faserverstärkten Verbundmaterial nicht einfach möglich, neben den Fasern auch noch andere Füllstoffe einzubringen.

Die vorliegende Erfindung hat sich daher zur Aufgabe gestellt, einen Verbundwerkstoff der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dessen Einsatz gleichbleibende oder teils sogar verbesserte Festigkeitseigenschaften der daraus hergestellten Bauteile erzielt werden können, wobei außerdem eine gute Sichtbarkeit bei der Röntgendiagnostik ermöglicht werden soll.

Erfindungsgemäß gelingt dies dadurch, daß in dem Polymer- oder der Keramikmaterial zumindest ein geringer Anteil an Verstärkungselementen, z.B. in Form von Fasern oder faserartigen Teilen aus einem Material höherer Röntgenabsorbtion vorhanden ist.

Diese Maßnahme bringt trotz Anordnung zusätzlicher Verstärkungselemente, wie z.B. Fasern oder aber auch durch Austausch oder den teilweisen Austausch mit den sonst schon vorgesehenen Fasern eine Festigkeit des Verbundwerkstoffes, die gleich gut oder sogar noch besser ist als die bisherige Ausgestaltung. Solche Fasern tragen neben dem Effekt der möglichen Röntgendiagnostik bei den Implantaten zu einer entsprechenden Festigkeit bei. Solche Fasern aus einem Material hoher Röntgenabsorbtion ermöglichen die Röntgensichtbarkeit, ohne in der Regel andere bildgebende Verfahren, wie CT, NMR, MRI od.dgl., zu stören. Auch bei Bestrahlungstherapien sind solche Fasern nicht störend, da sie keine relevante Schattenwirkung hervorrufen. Der wesentlichste Vorteil liegt aber eben darin, daß mit Fasern eher eine Festigkeitserhöhung der daraus hergestellten Implantate erzielt wird. Im Gegensatz dazu wird durch andere Füllstoffe oder andere röntgenopake Mischungen, z.B. partikulären Metalloxyden, die Festigkeit vermindert.

Weiters wird bei dem Verbundwerkstoff vorgeschlagen, daß dieser aus einem Polymer- oder Keramikmaterial mit einem hohen Faseranteil mit überwiegendem Einsatz von Endlos-, Lang- oder Kurzfasern besteht, wobei zumindest ein geringer Anteil von Fasern oder faserartigen Teile aus einem Material höherer Röntgenabsorbtion vorhanden ist. Trotz einem sehr hohen Anteil an Endlosfasern kann der Volumensanteil des restlichen Materials beibehalten werden und durch den alleinigen Austausch von sonst vorhandenen Fasern durch Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorbtion können die bestehenden Festigkeitseigenschaften erhalten oder sogar noch erhöht werden.

Eine vorteilhafte Ausführung sieht vor, daß der Verbundwerkstoff als Stangenmaterial aus Thermoplasten mit Kohlenstofffasern und Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorbtion vorgefertigt und in einem Warmumformverfahren in eine für den endgültigen Bauteil erforderliche Form pressbar bzw. gepresst ist. Trotz der besonderen Zusammensetzung mit Fasern verschiedener Materialien kann die gute Warmumformbarkeit erhalten bleiben, so daß auch mit einem solcherart verbesserten Verbundwerkstoff eine optimale Fertigung auch relativ komplizierter Bauteile möglich ist.

Bei einem Ausführungsbeispiel wird vorgeschlagen, daß der Verbundwerkstoff aus mit Kohlenstofffasern verstärktem PAEK (Poly-Aryl-Ether-Ketone) und einem Anteil von Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorbtion gebildet ist. Es ist somit ein Werkstoff mit besonderer Verträglichkeit, mit großer Festigkeit und auch mit der für die Röntgendiagnostik notwendigen Sichtbarkeit geschaffen worden.



Optimale Festigkeitswerte können erzielt werden, wenn die Kohlenstofffasern und die Fasern aus einem Material hoher Röntgenabsorption als Endlosfasern und/oder Fasern mit einer Länge von mehr als 3 mm ausgebildet sind.

Damit eine Kraftübertragung zwischen den Fasern und dem anderen Werkstoff des Verbundwerkstoffes möglich ist, damit also auch bei großer Volumensdichte der Fasern eine optimale Festigkeit gewährleistet ist, ist vorgesehen, daß die eingesetzten Fasern sowohl im Rohling als auch im fertigen Bauteil oberflächendeckend vom Matrixmaterial umschlossen sind.

An sich wären Fasern aus Stahl ebenfalls als röntgenopake Mittel einsetzbar, jedoch ergeben sich dann wieder andere Probleme bei Implantaten, wie z.B. Artefakte im MRI, NMR od.dgl. Es ist daher vorteilhaft, wenn die Fasern oder faserartigen Teile aus einem Material mit hoher Röntgenabsorption aus einem nichtmagnetischen Werkstoff gebildet sind.

Als besonders vorteilhaft wird daher angesehen, daß die Fasern oder faserartigen Teile mit hoher Röntgenabsorption aus Tantal, Wolfram, Gold, Platin od.dgl., also einem Metall oder aus Metalloxiden mit hohem Attenuationskoeffizienten, bestehen.

Ein erfindungsgemäßer Bauteil hergestellt aus einem solchen Verbundwerkstoff ist dadurch gekennzeichnet, daß in Anpassung an die Form und den Einsatz des Bauteiles ein vorherbestimmbarer Verlauf und eine vorherbestimmbare Menge und Ausrichtung von Verstärkungselementen, insbesondere von Fasern oder faserartigen Teilen aus einem Material höherer Röntgenabsorption vorgesehen sind. Es ist damit auch die Sichtbarkeit des Bauteiles, also eines Implantates, abstufbar. Je nachdem, in welchen Abschnitten eines Implantates eine stärkere, eine schwächere oder gar keine Röntgensichtbarkeit erwünscht ist, kann der Einsatz und die Einsatzmenge der Fasern aus röntgenopaken Werkstoffen gesteuert werden. Es ist also die Möglichkeit der Konzentration bzw. Anhäufung dieser Fasern von besonderer Bedeutung.

In diesem Zusammenhang ist es dann auch möglich, daß bezogen auf die längs- oder querorientierte Ausrichtung des Bauteiles Bereiche unterschiedlicher Faserorientierung bzw. unterschiedlichen Faserverlaufes vorgesehen sind. Auch auf diese Weise kann eine noch mehr Aufschlußgebende Röntgendiagnostik positiv beeinflusst werden.

Eine besondere Ausführungsvariante sieht dabei vor, daß bei einem Gesamtfaseranteil von beispielsweise 50 Vol-% das Verhältnis von Kohlenstofffasern zu Fasern oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorption je nach Anwendungsanforderung veränderbar bzw. verändert ist. Es wird damit ein Bauteil mit gleichen oder sogar noch besseren Festigkeitswerten erzielt, obwohl der Gesamtvolumensanteil der Fasern nicht erhöht wird.

11.05.99

Damit Bauteile exakt den Einsatzbedingungen angepaßt werden können, wird vorgeschlagen, daß über die Länge oder die Breite desselben der Gesamtfaseranteil im Verbundwerkstoff gleichbleibend ist, wobei sich jedoch das Verhältnis von Kohlenstofffasern zu Fasern oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorption je nach Anwendungsanforderung verändert. Es kann damit die Sichtbarkeit für eine optimale Röntgendiagnostik bewußt gesteuert werden, ohne daß damit eine Beeinträchtigung der Festigkeitswerte stattfinden würde.

Es ist aber im Rahmen der Erfindung auch möglich, daß die Steifigkeit des Verbindungselementes durch unterschiedliche Orientierung der eingesetzten Fasern vom Angriffsende zum freien Ende hin variiert. Dies kann bei einem Verbindungselement, also z.B. bei einer Schraube, erwünscht sein, wenn beim Einsatz verschiedene Bereiche eine größere Biegsamkeit aufweisen sollen als andere Abschnitte. Es kann dadurch eine exakte Anpassung auch an die Gegebenheiten im Bereich eines Knochens erfolgen.

Dabei ist es nicht nur möglich, eine stufenlose Einstellung der Festigkeit eines solchen Bauteiles zu erreichen. Es wird auch vorgeschlagen, daß die Steifigkeit des Bauteiles durch unterschiedliche Orientierung der Fasern vom Angriffsende her gesehen zum freien Ende hin stufenförmig oder kontinuierlich abnimmt.

Bei einer besonderen Ausführungsvariante eines Bauteiles in Form eines streifen- oder plattenförmigen Montageteiles, z.B. einer Osteosyntheseplatte, wird vorgesehen, daß im Bereich von einer oder mehreren Ausnehmungen oder Löchern in dem Bauteil eine Konzentration von Fasern vorhanden ist, wobei gegebenenfalls der Anteil von Fasern oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorption in diesen Bereichen verringert ist. Es kann damit dafür gesorgt werden, daß nicht in einem Bereich mit stark konzentrierter Anordnung von Fasern auch eine starke Konzentration von Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorption erfolgt. Dies wäre u.U. für eine zielführende Röntgendiagnostik nicht vorteilhaft. Im Gegensatz dazu kann dadurch erreicht werden, daß der Gehalt an Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorption wie gewünscht über die ganze Länge und/oder Breite eines Bauteiles, also auch im Bereich von Ausnehmungen oder Löchern gleichbleibend ist.

Es sind also durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Verbundwerkstoffes und durch den Einsatz desselben bei der Herstellung von erfindungsgemäßen Bauteilen viele neue Möglichkeiten geschaffen worden, um auch beim Einsatz von Implantaten aus solchen Werkstoffen eine optimale Röntgendiagnostik durchführen zu können.

Weitere Einzelheiten werden in der nachstehenden Beschreibung anhand der Zeichnung noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1 einen Bauteil in Form einer Knochenschraube;

Fig.2 einen Bauteil in Form einer Osteosyntheseplatte.

Bei der vorliegenden Erfindung geht es einerseits um einen Verbundwerkstoff aus Polymer- oder Keramikmaterial mit integrierten Verstärkungselementen, z.B. Fasern oder faserartigen Teilen, zur Herstellung von auf Zug, Biegung, Scherung, Druck und/oder Torsion beanspruchten Bauteilen für den Einsatz bei Implantaten, wie Osteosyntheseplatten, Endoprotheseteilen, Verschraubungselementen, bei chirurgischen Instrumenten od.dgl., und andererseits um aus einem solchen Verbundwerkstoff hergestellte Bauteile, wie sie vorstehend bereits aufgezählt worden sind. Es wird dabei als wesentlich angesehen, in dem Polymer- oder der Keramikmaterial zumindest einen geringen Anteil von Fasern oder faserartigen Teilen aus einem Material höherer Röntgenabsorbtion vorzusehen.

Der Verbundwerkstoff besteht bei einem Ausführungsbeispiel aus einem Polymer- oder Keramikmaterial mit einem Faseranteil von mehr als 50 Vol-% mit überwiegendem Einsatz von Endlosfasern. Zumindest ein geringer Anteil von Fasern oder faserartigen Teilen besteht aus einem Material höherer Röntgenabsorbtion. Es kann dabei eine Vorfertigung als Profilstangenmaterial aus Thermoplasten mit Kohlenstofffasern und Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorbtion erfolgen. In einem Warmumformverfahren erfolgt dann die endgültige Herstellung des Bauteiles aus dem Verbundwerkstoff. Der Werkstoff wird also in eine für den endgültigen Bauteil erforderliche Form gepreßt. Eine spezielle Variante sieht dabei vor, daß der Verbundwerkstoff aus mit Kohlenstofffasern verstärktem PAEK (Poly-Aryl-Ether-Ketone) und einem Anteil von Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorbtion gebildet ist. Trotz der Fasern aus einem Material höherer Röntgenabsorbtion bleibt eine optimale Verarbeitungsmöglichkeit erhalten und es entsteht kein zusätzlicher Werkzeugverschleiß. Es ist nicht nur eine Verarbeitbarkeit durch Pressen in einem Warmumformverfahren gegeben, sondern es ist auch eine Fertigung in einem Spritzgußverfahren möglich.

Durch den Einsatz des Verbundwerkstoffes ist auch die Biokompatibilität des fertigen Bauteiles gewährleistet.

Die Fasern oder faserartigen Teile aus einem Material mit hoher Röntgenabsorbtion in dem Verbundwerkstoff sind aus einem nichtmagnetischen Werkstoff gebildet. Besonders geeignet sind dabei Fasern oder faserartige Teile mit hoher Röntgenabsorbtion aus Tantal, Wolfram, Gold, Platin od.dgl., also einem Metall mit hohem Attenuationskoeffizienten. Im Rahmen der Erfindung wäre es auch denkbar, z.B. keramische Fasern aus Oxiden von Elementen mit hoher Röntgenabsorbtion einzusetzen. Unter faserartigen Teilen können u.a. auch Langfasern oder Kurzfasern oder auch zusätzliche andere Füllstoffe verstanden werden, welche ohne die Festigkeit zu verringern einzusetzen sind. Es ist möglich, zu den vorhandenen Verstärkungselementen gleiche



oder gleichartigen Verstärkungselemente, z.B. in Form von Fasern oder faserartigen Teilen einzusetzen. Unter "gleichartig" werden dabei eine gleiche oder gleichartige Dimension und/oder gleiche oder gleichartige mechanische Eigenschaften verstanden.

Bei den Darstellungen auf der Zeichnung kann nur in sehr geringem Maße das Wesen der Erfindung aufgezeigt werden. Es bedarf also der zusätzlichen nachstehenden Erläuterungen. Der in Fig.1 dargestellte Bauteil 1 in Form einer Schraube besteht im Wesentlichen aus einem Kopf 2, einem Angriff 3 für die Krafteinleitung von einem Drehwerkzeug her und einem mit einem Gewinde 4 versehenen Schaft 5. Bei einem solchen Bauteil 1 geht es um den besonderen Verlauf und die Anordnung von Endlosfasern 6. Durch die Wahl eines Verbundes von Thermoplasten mit Kohlenstofffasern läßt sich ein leichtes, röntgentransparentes und biokompatibles Verbindungselement schaffen. Um aber gerade bei einer Röntgendiagnostik dieses Verbindungselement sichtbar zu machen, bedarf es der erfindungsgemäßen Maßnahmen, indem nämlich ein Teil der Fasern 6 aus einem Material mit hoher Röntgenabsorption besteht.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen lassen sich praktisch bei allen Implantaten einsetzen, also auch bei schienen- oder plattenartigen Bauteilen 18. In Fig.2 ist schematisch ein solcher Bauteil 18 in Form einer Osteosyntheseplatte dargestellt. Bei solchen Bauteilen sind Durchgangsöffnungen 14, Einbuchtungen, Sacklöcher usw. vorgesehen, welche dann in spezieller Weise von den Fasern umgeben sind. Ohne irgendwelche zusätzliche Maßnahmen bezüglich einer bewußten Steuerung der Menge und der Ausrichtung der Fasern 6 ergibt sich in den üblicherweise geschwächten Zonen A eine dichtere Anordnung von Fasern 6, so daß diese Zonen A die gleiche Festigkeit oder Steifigkeit wie in den anderen Bereichen B eines solchen Bauteiles haben. Bei einer Herstellung in einem Warmumformverfahren, insbesondere durch ein Gegentaktfießpressen, kann der Verlauf und die Ausrichtung der Fasern 6 noch zusätzlich gesteuert und somit beeinflusst werden.

In vorteilhafter Weise sind alle eingesetzten Fasern 6 oder zumindest ein großer Anteil derselben, also die Kohlenstofffasern und die Fasern aus einem Material hoher Röntgenabsorption, als Endlosfasern oder Fasern mit einer Länge von mehr als 3 mm ausgebildet. Dabei wird aus Festigkeitsgründen darauf geachtet, die eingesetzten Fasern sowohl im Rohling als auch im fertigen Bauteil oberflächendeckend vom Matrixmaterial umschlossen auszuführen.

In dem herzustellenden Bauteil 1 oder 18, also beispielsweise einer Schraube gemäß Fig.1 oder einer Osteosyntheseplatte gemäß Fig.2, aus einem Verbundwerkstoff sind in Anpassung an die Form und den Einsatz des Bauteiles 1 oder 18 ein vorherbestimmbarer Verlauf und eine vorherbestimmbare Menge und Ausrichtung von Verstärkungselementen, insbesondere von Fasern 6 oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorption vorgesehen. Es können auch bezogen auf die längs- oder querorientierte Ausrichtung des Bauteiles 1 oder 18 Bereiche unterschiedlicher Faserorientierung bzw. unterschiedlichen Faserverlaufes vorgesehen sein.

11.08.99

Bei einem Bauteil 1 oder 18 ist schließlich bei einem Gesamtfaseranteil von beispielsweise 50 Vol-% das Verhältnis von Kohlenstofffasern 6 zu Fasern 6 oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorption je nach Anwendungsanforderung veränderbar bzw. verändert. Es ist auch möglich, über die Länge oder die Breite eines Bauteiles 1 oder 18 den Gesamtfaseranteil im Verbundwerkstoff gleichbleibend vorzusehen, wobei jedoch je nach Bedarf und je nach Anwendungsanforderung das Verhältnis von Kohlenstofffasern 6 zu Fasern 6 oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorption verändert. Es ist auch möglich, die Steifigkeit des Verbindungselementes durch unterschiedliche Orientierung der eingesetzten Fasern vom Angriffsende zum freien Ende hin zu variieren. Eine weitere Variante ist darin zu sehen, wenn die Steifigkeit des Bauteiles durch unterschiedliche Orientierung der Fasern vom Angriffsende her gesehen zum freien Ende hin stufenförmig oder kontinuierlich abnimmt.

Gerade bei einem Bauteil 18 in Form eines streifen- oder plattenförmigen Montageteiles, z.B. einer Osteosyntheseplatte, wie er in Fig.2 dargestellt ist, ist im Bereich A von einer oder mehreren Ausnehmungen 14 oder Löchern eine Konzentration von Fasern 6 vorhanden. Hier ist es möglich, bei Bedarf der Anteil von Fasern 6 oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorption in diesen Bereichen A zu verringern. Wenn hingegen auch im Bereich dieser Konzentration von Fasern der Anteil der Fasern aus einem Material mit höherer Röntgenabsorption nicht verringert wird, können sich bei einem Röntgeneinsatz noch bessere Kontraste beim Zielen ergeben.

11.06.99

O 1028  
PA1083DE

Anmelder: OTG St. Gallen AG  
CH-9004 St. Gallen (Schweiz)

Gegenstand: Verbundwerkstoff aus Polymer- oder Keramikmaterialien  
sowie Bauteil aus einem solchen Verbundwerkstoff

#### Patentansprüche

1. Verbundwerkstoff aus Polymer- oder Keramikmaterial mit integrierten Verstärkungselementen, z.B. Fasern oder faserartigen Teilen, zur Herstellung von auf Zug, Biegung, Scherung, Druck und/oder Torsion beanspruchten Bauteilen für den Einsatz bei Implantaten, wie Osteosyntheseplatten, Endoprotheseteilen, Verschraubungselementen, bei chirurgischen Instrumenten od.dgl., dadurch gekennzeichnet, daß in dem Polymer- oder der Keramikmaterial zumindest ein geringer Anteil an Verstärkungselementen, z.B. in Form von Fasern (6) oder faserartigen Teilen aus einem Material höherer Röntgenabsorption vorhanden ist.
2. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dieser aus einem Polymer- oder Keramikmaterial mit einem hohen Faseranteil mit überwiegendem Einsatz von Endlos-, Lang- oder Kurzfasern besteht, wobei zumindest ein geringer Anteil von Fasern (6) oder faserartigen Teilen aus einem Material höherer Röntgenabsorption vorhanden ist.
3. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dieser als Profilstangenmaterial aus Thermoplasten mit Kohlenstofffasern und Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorption vorgefertigt und in einem Warmumformverfahren in eine für den endgültigen Bauteil (1,18) erforderliche Form pressbar bzw. gepresst ist.
4. Verbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß dieser aus mit Kohlenstofffasern verstärktem PAEK (Poly-Aryl-Ether-Ketone) und einem Anteil von Fasern aus einem Material mit hoher Röntgenabsorption gebildet ist.
5. Verbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenstofffasern und die Fasern aus einem Material hoher Röntgenabsorption als Endlosfasern und/oder Fasern mit einer Länge von mehr als 3 mm ausgebildet sind.
6. Verbundwerkstoff nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die eingesetzten Fasern (6) sowohl im Rohling als auch im fertigen Bauteil (1,18) oberflächendeckend vom Matrixmaterial umschlossen sind.
7. Verbundwerkstoff nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern (6) oder faserartigen Teile aus einem Material mit hoher Röntgenabsorption aus einem nichtmagnetischen Werkstoff gebildet sind.

8. Verbundwerkstoff nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern (6) oder faserartigen Teile mit hoher Röntgenabsorbtion aus Tantal, Wolfram, Gold, Platin od.dgl., also einem Metall oder aus Metalloxiden mit hohem Attenuationskoeffizienten, bestehen.
9. Bauteil aus einem Verbundwerkstoff nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in Anpassung an die Form und den Einsatz des Bauteiles (1,18) ein vorherbestimmbarer Verlauf und eine vorherbestimmbare Menge und Ausrichtung von Verstärkungselementen, insbesondere von Fasern (6) oder faserartigen Teilen aus einem Material höherer Röntgenabsorbtion vorgesehen sind.
10. Bauteil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß bezogen auf die längs- oder quer-orientierte Ausrichtung des Bauteiles (1,18) Bereiche unterschiedlicher Faserorientierung bzw. unterschiedlichen Faserverlaufes vorgesehen sind.
11. Bauteil nach den Ansprüchen 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Gesamtfaseranteil von beispielsweise ca. 50 Vol-% das Verhältnis von Kohlenstofffasern zu Fasern oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorbtion je nach Anwendungsanforderung veränderbar bzw. verändert ist.
12. Bauteil nach den Ansprüchen 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß über die Länge oder die Breite desselben der Gesamtfaseranteil im Verbundwerkstoff gleichbleibend ist, wobei sich jedoch das Verhältnis von Kohlenstofffasern (6) zu Fasern (6) oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorbtion je nach Anwendungsanforderung verändert.
13. Bauteil in Form eines Verbindungselementes nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steifigkeit des Verbindungselementes durch unterschiedliche Orientierung der eingesetzten Fasern (6) vom Angriffsende zum freien Ende hin variiert.
14. Bauteil in Form eines Verbindungselementes nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Steifigkeit des Bauteiles (1) durch unterschiedliche Orientierung der Fasern vom Angriffsende her gesehen zum freien Ende hin stufenförmig oder kontinuierlich abnimmt.
15. Bauteil in Form eines streifen- oder plattenförmigen Montageteiles, z.B. einer Osteosynthesplatte, nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich (A) von einer oder mehreren Ausnehmungen (14) oder Löchern in dem Bauteil (18) eine Konzentration von Fasern (6) vorhanden ist, wobei gegebenenfalls der Anteil von Fasern (6) oder faserartigen Teilen aus einem Material hoher Röntgenabsorbtion in diesen Bereichen verringert ist.

Fig. 1

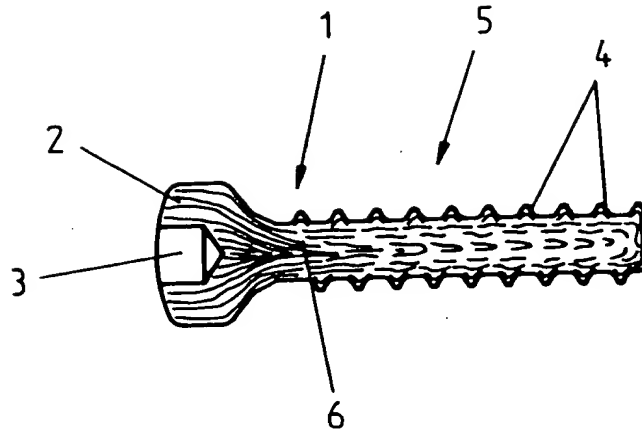
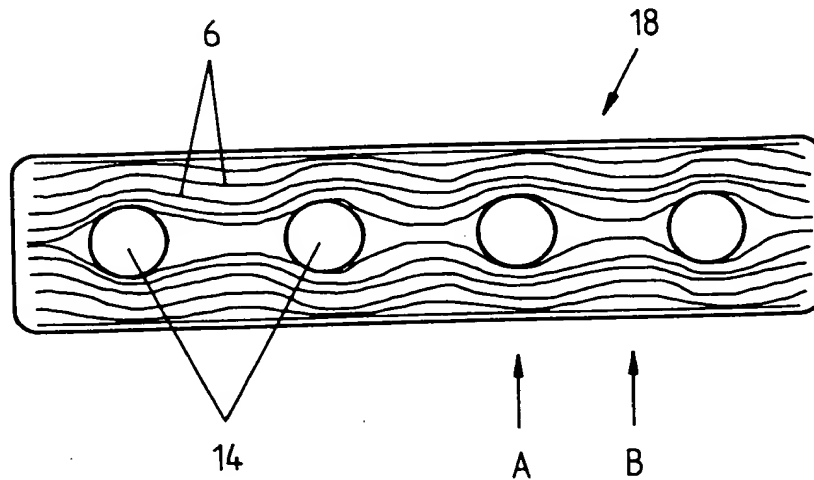


Fig. 2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**